

## HEAT-UTILIZING SYSTEM UTILIZING HYDROGEN STORAGE ALLOY AND OPERATION THEREOF

Patent Number: JP2110263  
Publication date: 1990-04-23  
Inventor(s): YONEZAKI TAKAHIRO; others: 02  
Applicant(s): SANYO ELECTRIC CO LTD  
Requested Patent: JP2110263  
Application Number: JP19880261358 19881019  
Priority Number(s):  
IPC Classification: F25B17/12  
EC Classification:  
Equivalents:

### Abstract

**PURPOSE:** To permit the supply of stabilized temperature level heat medium to a heat load by a method wherein the operation of a heat medium circulating pump is stopped to stop the supply of low-temperature heat medium to the heat load by the switching of the operation and start the movement of hydrogen and, thereafter, the pump is operated again after a temperature in a tank is increased sufficiently.

**CONSTITUTION:** Immediately after switching, hydrogen is not supplied yet sufficiently into a hydrogen storage alloy tank 1B for retrieving heat and heat generating reaction is not sufficient whereby the temperature of alloys MH1 is not increased yet. Accordingly, the temperature of heat medium 9 in a heat medium pipe 4 is not increased and is low. In this case, a circulating pump 11 of the heat medium 9, supplied to a heat load 13, is stopped once upon switching operation to stop the supply of low-temperature heat medium to the heat load 13 whereby the useless utilization of heat may be avoided. When time has elapsed, sufficient reaction is effected, a temperature in the hydrogen storage alloy tank 1B is increased sufficiently and a temperature measuring means 35 has detected a set temperature, the circulating pump 11 is operated again at first and the heat medium 9, whose temperature is increased sufficiently, may be supplied to the heat load 13 stably.

Data supplied from the esp@cenet database - 12

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

平2-110263

⑤ Int.Cl.<sup>8</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 平成2年(1990)4月23日

F 25 B 17/12  
// F 28 D 20/00

Q 8614-3L  
H 7380-3L

審査請求 有 請求項の数 3 (全6頁)

⑭ 発明の名称 水素吸蔵合金を利用した熱利用システムとその運転方法

⑮ 特 願 昭63-261358

⑯ 出 願 昭63(1988)10月19日

⑰ 発 明 者	米 崎 孝 広	大阪府守口市京阪本通 2 丁目18番地	三洋電機株式会社内
⑱ 発 明 者	名 迫 賢 二	大阪府守口市京阪本通 2 丁目18番地	三洋電機株式会社内
⑲ 発 明 者	齋 藤 俊 彦	大阪府守口市京阪本通 2 丁目18番地	三洋電機株式会社内
⑳ 出 願 人	三洋電機株式会社	大阪府守口市京阪本通 2 丁目18番地	
㉑ 代 理 人	弁理士 紋 田 誠		

明 細 書

1. 発明の名称

水素吸蔵合金を利用した熱利用システムと  
その運転方法

2. 特許請求の範囲

(1) それぞれ熱媒管と繋がった熱交換器と、水素吸蔵合金とを収容した2つの水素吸蔵合金槽を水素配管で接続し、一方の熱媒管を高温熱源に接続して一方の水素吸蔵合金に熱を供給することにより水素ガスを発生させ、この水素ガスを他方の水素吸蔵合金に吸収させることにより熱を発生させ、この熱を他方の熱媒管により回収して熱負荷に供給する熱回収装置において、熱回収側の熱媒管に熱媒循環ポンプを設け、この熱媒循環ポンプを、発熱反応を起こしている水素吸蔵合金の温度が或る設定温度に達した時作動するようにしたことを特徴とする水素吸蔵合金を利用した熱利用システム。

(2) 高温熱源からの熱媒が供給される熱交換器と、第1の水素吸蔵合金とを収容した熱発生側の

水素吸蔵合金槽と、熱負荷へ供給される熱回収熱媒が導出する熱交換器と第2の水素吸蔵合金とを収容した熱利用側の水素吸蔵合金槽とを水素配管で接続した熱回収装置を2組設け、一方の組で水素を熱発生側より熱利用側へ輸送し、水素吸蔵合金と反応させて熱を発生する熱発生過程を行い、地方の組で水素を熱発生側に戻す再生過程を行い、この両過程を交互に切替えて行うことにより連続出熱が可能な熱利用システムにおいて、熱負荷へ供給する熱回収熱媒を、上記両過程の切替え時に、熱利用側の各熱交換器より交互に取り出す熱媒管路に熱媒循環ポンプを設け、この熱媒循環ポンプを両過程の切替え時に一旦停止し、熱回収用水素吸蔵合金の温度が或る設定温度に達した後、再び作動させることを特徴とする請求項1記載の水素吸蔵合金を利用した熱利用システムの運転方法。

(3) 高温熱源からの熱媒が供給される熱交換器と、第1の水素吸蔵合金とを収容した熱発生側の水素吸蔵合金槽と、熱負荷へ供給される熱回収熱媒が導出する熱交換器と第2の水素吸蔵合金とを

収容した熱利用側の水素吸蔵合金槽とを水素配管で接続した熱回収装置を2組設け、一方の組で水素を熱発生側より熱利用側へ輸送し、水素吸蔵合金と反応させて熱を発生する熱発生過程を行い、地方の組で水素を熱発生側に戻す再生過程を行い、この両過程を交互に切替えて行うことにより連続出熱が可能な熱利用システムにおいて、熱利用側の各熱交換器と繋がる熱媒管の熱媒入口側と熱媒出口側に、それぞれ切替操作により熱回収熱媒と低質熱源からの熱媒とを他方の熱交換器へ切替供給可能な切替弁を設けると共に、熱回収熱媒の流れる熱媒管路に熱媒循環ポンプを設け、上記両過程の切替え時に、熱媒入口側の各切替弁を先に切替え、既に熱回収を終えた熱媒を次の過程で熱回収を行う熱交換器に流す順熱回収用熱媒経路を形成させ、その後、熱媒出口側の各切替弁を切換えた後、上記熱媒循環ポンプを一旦停止し、熱回収用水素吸蔵合金の温度が或る設定温度に達した後再び作動させることを特徴とする請求項2記載の水素吸蔵合金を利用した熱利用システムの運転方

とが不可欠である。ところが、交互切替運転の際、熱回収を行う熱媒が供給されている一方の水素吸蔵合金槽は、水素の吸収反応により熱が発生し高温になっており、又水素再生のための低質熱源からの低温熱媒が供給されている他方の水素吸蔵合金槽は水素を発生して熱を吸収し、低温となっている。

次に、低温となっている水素吸蔵合金槽から熱回収を行うことになるが、切換直後は、水素の吸収反応が充分でなく、水素吸蔵合金槽から回収される熱回収熱媒は、高温とならず、そのため出熱温度が交互切替運転の際大きく変動する欠点を持っていた。

これを改善するために、特開昭62-268993号公報に見られるように、水素吸蔵合金槽から出る熱媒の一部又は全部を入口側に戻し、熱媒取出量及び温度を調節する方法が本出願人において提案されている。

#### (ハ) 発明が解決しようとする課題

確かに上記システムの方法であると、交互切替

法。

#### 3. 発明の詳細な説明

##### (イ) 産業上の利用分野

本発明は水素吸蔵合金を利用した熱利用システム及びその運転方法に関し、特にヒートポンプ、蓄熱システムに応用して好適なるものである。

##### (ロ) 従来の技術

水素吸蔵合金は一定の反応条件の下で、多量の水素を繰り返し吸収、放出する特性を有し、と同時にこの吸収放出時にかなりの反応熱を伴うことが知られている。

この反応を利用して特開昭56-100276号公報や特開昭58-22854号公報に開示されているように、温冷熱を得る熱利用システムが既に提案されている。

しかしながら水素吸蔵合金を用いたこれらのシステムでは、連続運転を可能とするために、それぞれ水素吸蔵合金を収容した2つの水素吸蔵合金槽を水素配管で接続したユニットを少くとも2組設け、これらユニットを交互に切替え運転するこ

え運転の際に、著るしく出熱温度が変動するのが防がれ有効であるが、熱媒の一部又は全部を入口側に戻すためにバイパス弁を必要とするため、配管構造が複雑になるとともに、バイパス弁の制御も複雑になるという欠点を有していた。

また、一般的に水素吸蔵合金を用いたヒートポンプや熱輸送システムを構成する際、重要なことは、水素吸蔵合金槽における熱交換能力を向上させるとともに、系外への熱の流出を極力抑えることである。そのために、熱媒配管系の断熱はもちろん、構成要素の簡素化が要求される。さらに、熱負荷に安定した熱の供給が要求されるため、運転切替え時に低温熱媒が熱負荷に供給されるのは好ましくなく、それを避けた新たな運転制御方法が望まれている。

本発明は上記問題点に鑑み成されたもので、運転切替えによる出熱温度の変動がなく、安定した温度レベルの熱媒を熱負荷へ供給可能とした水素吸蔵合金を用いた熱利用システムを提供することを目的とする。

## (二) 課題を解決するための手段

本発明に係る熱利用システムは、運転切替えの直後、熱回収を行う水素吸蔵合金槽より、その中の熱交換器を介して導出する熱回収熱媒を熱負荷との間で循環させる熱媒循環ポンプを一旦停止し、熱回収を一時的に休止し、発熱反応を起こしている水素吸蔵合金槽内が十分昇温したら、上記循環ポンプを再動作させて通常の熱回収運転に移行するようにしたものである。

また、運転切替え時、熱回収を終えた水素吸蔵合金槽内の熱媒を、次に熱回収を行おうとする水素吸蔵合金槽内の熱交換器に流して、この低温槽の予備的昇温に役立たせる前記合金槽の顕熱回収用の熱媒経路を最初形成し、顕熱回収を終えたら、完全に熱媒経路を交換成立させ、且つ上記同様、熱媒循環ポンプの一旦停止後、熱回収用水素吸蔵合金槽内の温度が十分昇温したら、循環ポンプを再動作して継続的な熱回収を行うようにしたものである。

## (水) 作用

熱媒の入口側、及び出口側には、切替え弁5, 6, 7, 8が設けられ、切替え弁5, 6, 7, 8の切替えにより、I-I'とII-II'間を循環している熱媒9, 10が互いに交換して他の熱交換器2a, 2bに流入するように熱媒経路が切替形成される構成となっている。11と12は上記熱媒循環系I-I', II-II'に設けた熱媒の循環ポンプである。循環ポンプ11は熱負荷13に熱を供給する熱媒9を循環するためのもので、また循環ポンプ12は、70℃程度の低質の廃熱源よりの熱媒10を循環するためのもので、14はその熱交換器である。この様にして熱利用側に番号15で示すシステム系体が構成される。一方、熱発生側にも熱利用側と同等構成のシステム系体16が形成されている。即ち、上記水素吸蔵合金MH(1)とは異なる特性の水素吸蔵合金MH(2)をそれぞれ収容した2つの水素吸蔵合金槽17A, 17Bと、各槽17A, 17B内に設けた熱交換器18a, 18bと、それぞれの熱交換器18a, 18bに熱媒を供給する熱媒管19, 20と、熱媒管19, 20の熱媒入口側と出口側にそれぞれ設けた切替え弁21, 22, 23, 24と、並

熱媒循環ポンプの運転を停止させることにより、運転切替えによる低温熱媒の熱負荷への供給が行われず、しかも水素移動が開始されて、槽内温度も十分に昇温してから、ポンプを再動作させて再び循環を開始するようにした為に、熱負荷に対して、利用温度レベル以上の熱が安定して供給できる。

## (ハ) 実施例

以下、本発明の実施例を図面とともに説明する。第1図はヒートポンプ等に応用可能な本発明の一実施例に係る熱利用システムの概念構成図を示したものである。図において、1A, 1Bは熱利用側に設置される水素吸蔵合金槽で、内部に後述する平衡特性図に示す同一特性の水素吸蔵合金MH(1)を収容し、その合金組成は両者とも希土類のAB<sub>2</sub>型金属である。

また、この各槽1A, 1Bには熱交換器2a, 2bも収容され、この熱交換器2a, 2bには熱媒管3, 4を通して熱媒が供給されるようになっている。そして、各熱媒管3, 4において、熱交換器2a, 2bに対する

びに熱媒の循環系III-III', IV-IV'間に熱媒を循環させる循環ポンプ25, 26とを備える点で同一である。又、切替え弁21, 22, 23, 24を切替え操作することによって、完全にIII-III'系, IV-IV'系を循環する熱媒が他の熱交換器18a, 18bに流れ、交換する点も同一である。

ただ、循環ポンプ25は、太陽熱あるいは地熱等高温熱源よりの熱媒27を循環送給するもので、高温熱源との熱交換器28を介挿させている。又、循環ポンプ26は熱交換器29により20℃程度に冷やされた冷却水30を循環送給する働きをする。そして、熱利用側の水素吸蔵合金槽1A, 1Bと熱発生側の水素吸蔵合金槽17A, 17Bとは、水素配管31, 32で接続され、その中途に設けた開閉弁33, 34により、水素の往来を可能としている。

以上の構成で、高温熱媒27を熱交換器18aに供給するよう切替え弁21, 23を操作し、水素吸蔵合金槽17A内に水素を発生させ、一方低温熱媒10を熱交換器26に供給するよう切替え弁6, 8を操作して、水素吸蔵合金槽1B内に水素を発生させる。又、熱

交換器2aを通して熱負荷13へ熱媒9が流れるように切替弁5, 7を操作し、そして、切替弁22, 24を操作して冷却水30が熱交換器18bを通して流れるようにする。更に、水素配管31, 32の開閉弁33, 34を開放させる。

ところで、各水素吸蔵合金槽1A, 1B, 17A, 17Bに収容されている水素吸蔵合金MH(1), MH(2)は第2図のVan't Hoffプロットで示す平衡特性を有している。即ち、水素吸蔵合金MH(1)は与えられた温度条件の元で、実線イで示す水素解離特性と点線イ'で示す水素吸収特性を持つ。又水素吸蔵合金MH(2)も同様に実線ロで示す水素解離特性とロ'で示す水素吸収特性を持つ。従って、今上記の如き熱媒経路であると、Ⅲ-Ⅲ'系の高温熱媒27の循環する水素吸蔵合金槽17A内の水素吸蔵合金MH(2)は平衡特性ロで水素H<sub>2</sub>を発生している。そして、この水素H<sub>2</sub>はⅠ-Ⅰ'系の熱媒9の循環する水素吸蔵合金槽1A内の水素吸蔵合金MH(1)が平衡特性イ'を示す関係から、同図中のA点よりB点に示す如く水素配管32を介して移

動し、この水素吸蔵合金MH(1)に水素が吸収されて熱が発生し、その熱を熱交換器2aを介して熱媒9に与えられ、熱負荷13に利用される。即ち、水素吸蔵合金槽1A, 17Aは熱負荷に熱を供給する熱利用過程にある。一方、Ⅱ-Ⅱ'系の低質熱媒10の循環する水素吸蔵合金槽1B内の水素吸蔵合金MH(1)は平衡特性イにあって、水素H<sub>2</sub>を発生している。この水素H<sub>2</sub>はⅣ-Ⅳ'系の冷却水30の循環する水素吸蔵合金槽17B内の水素吸蔵合金MH(2)が平衡特性ロ'を示す関係から、同図中のC点よりD点に示す如く水素配管32を介して熱発生側に戻り、この水素吸蔵合金MH(2)に吸蔵される。即ち、水素吸蔵合金槽1B, 17Bは水素を戻す再生過程にある。

ここで、両過程がほぼ終了した時点で開閉弁33, 34を閉めて水素移動を止める。その後連続運転を行うべく、熱利用側の切替弁5, 6, 7, 8及び熱再生側の切替弁21, 22, 23, 24を切替えると、各水素吸蔵合金槽1A, 17Aと、1B, 17Bとの間で逆の熱利用過程、再生過程が行なわれて、熱利用側の水素吸

蔵合金槽1Bの方より熱回収が行われる。即ち、今度は、熱媒9がⅠ→循環ポンプ11→切替弁5→熱交換器2b→切替弁8→熱負荷13→Ⅰ'→Ⅰと流れて水素吸蔵合金槽1Bの方から熱回収が行なわれる。

ところで、本発明では、この運転の切替え時に、熱負荷13に供給する熱媒9の循環ポンプ11を一旦停止するようになっている。これは、切替え直後には、未だ、熱回収用の水素吸蔵合金槽1Bに十分水素が送り込まれておらず、熱発生反応が不十分で合金MH(1)は温度が高まっておらず、それ故、熱交換器2bを介して熱媒管4内の熱媒9も昇温されておらず、低温となっている。よって、このような低温熱媒の熱負荷13への供給を停めることによって、無駄な熱利用を避けている。そして、時間が経って、十分な反応が成されて、水素吸蔵合金槽1B内が十分昇温したら、始めて、循環ポンプ11を作動させる。その為に、水素吸蔵合金槽1B内には、槽内温度もしくは合金温度を計る温度計測手段35を設けている。この温度計測手段35が或る設

定温度を検知した時、循環ポンプ11を再動作するよう構成してある。勿論、水素吸蔵合金槽1A内にも同様の温度計測手段36が設けられている。こうすることによって、十分昇温した熱媒9が熱負荷13に安定供給できる。更に、本発明においては、切替え直後に、熱回収を終えた水素吸蔵合金槽1A内の頭熱を、次に熱回収を行おうとする水素吸蔵合金槽1B内の水素吸蔵合金MH(1)に熱供給を与える方法により有効に回収できるようにしてある。その為に、切替え直後、熱媒入口側にある切替弁5, 6および21, 22のみを先に切替える。こうすると、水素吸蔵合金槽1A内の頭熱を含んだ熱媒はⅠ→11→5→2b→8→Ⅱ'→Ⅱ→14→6→2a→7→13→Ⅰ'→Ⅰとなる熱媒経路を流れ、水素吸蔵合金槽1Bで合金槽1Aの頭熱が回収される。従って、低温槽1Bに予備的な加温作用が成されて、その水素吸蔵合金MH(1)の温度を上げさせて次に行われる水素吸蔵反応の立ち上りを良くする効果が期待できる。また、水素吸蔵合金槽17Bの頭熱も同様の過程で、水素吸蔵合金槽17Aにて回収される。

こうして、顕熱が回収された後、切替え弁7, 8および23, 24を切替え、水素の開閉弁33, 34を開放し、水素移動を開始させる。この時、熱利用側における熱媒経路は、 $I \rightarrow 5 \rightarrow 2b \rightarrow 8 \rightarrow 13 \rightarrow I' \rightarrow I$ と熱媒9は流れ、又、 $II \rightarrow 6 \rightarrow 2a \rightarrow 7 \rightarrow II' \rightarrow II$ と低質熱媒10は流れる。そして、水素 $H_2$ は水素吸蔵合金槽17Bから水素吸蔵合金槽18に、また水素吸蔵合金槽1Aから水素吸蔵合金槽17Aに流れ、水素吸蔵合金槽18で水素吸蔵反応が起こって熱が発生する。ここで、前述の場合と同様に、水素化反応の初期状態は、水素吸蔵合金槽18内の温度は、熱負荷13の利用温度に比べて低いため、熱媒9の循環ポンプ11は停止させておく。

その後(約30秒)、水素化反応により水素吸蔵合金槽18が熱負荷13の利用温度より高くなれば、温度計測手段35が十分高い設定温度を計測し、その検知信号は熱媒循環ポンプ11を稼動するように作用する。よって、水素吸蔵合金槽18の熱は熱交換器2bを介して熱媒に与えられ、熱負荷13に供給される。そして、運転の切替え毎に上記操作を切

替えて行うことにより、熱負荷13に安定した温度レベルの熱を供給できる熱利用システムを構成できる。

#### (ト) 発明の効果

以上、説明したように、本発明による水素吸蔵合金を用いた熱利用システムにおいては、連続運転に必要な熱発生過程と再生過程の切替え時に、一旦熱媒循環ポンプを停止させ、熱回収を行う水素吸蔵合金槽内が熱反応が十分行なわれ、或る設定温度に達した後、再びポンプを作動させて熱媒循環を行うようにしたので、運転切替時に熱負荷に低温熱媒の流入を抑制することができ、利用温度レベル以上の良質な熱を安定して供給できる優れた効果を有する。又、熱回収を行う水素吸蔵合金槽内の温度を測って、熱媒循環ポンプを運転制御すると言う簡単な構成でもって成し得る。更に、運転の切替え時に、熱回収を終了した水素吸蔵合金槽の顕熱を、次に熱回収を行う水素吸蔵合金槽内の水素吸蔵合金への熱的供給による回収方法を取ることによって、次回行う水素吸蔵合金の

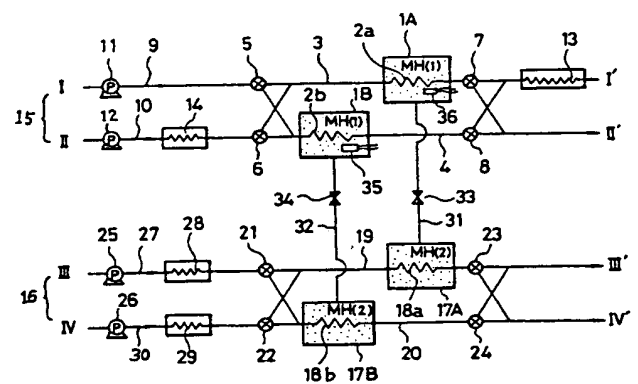
初期反応に活性化作用を与える有効利用が可能となる等、その工業的価値は大なるものである。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は水素吸蔵合金を用いたヒートポンプ等の熱利用システムの概念構成図、第2図は第1図の熱利用システムに用いる水素吸蔵合金の平衡特性図である。

1A, 1B, 17A, 17B…水素吸蔵合金槽、2a, 2b, 18a, 18b…熱交換器、5, 6, 7, 8…切替え弁、9…熱負荷に流れる熱媒、11…循環ポンプ、13…熱負荷、21, 22, 23, 24…切替え弁、35, 36…温度計測手段、MH(1), MH(2)…水素吸蔵合金。

第 1 図



第 2 図

